專論

邁入二十一世紀的台灣農業研究新方向

⊙文／廖慶樑・王俊雄・杜金池
農業試驗所

壹、前言

我國自古以農立國，農業的發展與進步、攸關整個民族的延續興亡，以及社會安定。歷代治亂，莫不與糧食生產豐歉有關，豐衣足食，自然促成多元化的社會發展，進而提升文化藝術水準；荒年歉收，則造成社會動盪不安，甚或影響政情，改朝換代。農業實爲歷代首重的經濟資源。

台灣過去四十年來，農業結合了科學技術與社會制度的革新，加上農民胼手胝足的辛勤耕耘，創造了農業生產的奇蹟，蜚聲國際；農業科技援外一農耕隊、農技團，遍及亞、非及中南美各洲，成爲我國拓展外交最有效的利器，贏得國際間無數的友誼。台灣的農業發展，不僅表現在生產力與品質的提高上面，更重要的是支持台灣整個經濟的全面發展；提供初期工業所需的原料，糧食，人力與資本等；初期工業產品，又以農村爲主要市場，使得台灣工業得以持續成長，逐步奠定穩固的基礎。台灣地狹人稠、山高水短，可耕地面積不及三分之一，農業發展能有今日的成就，應歸功於政府政策領導的正確，與農民刻苦奮鬥的努力，以及農業試驗單位的研究發展，使得農業科技水準的不斷提升，調和鼎鼐所達成。

農業科技研究是提升農業

發展的原動力，其爲生物學的一門，生物學是最複雜的學問，動植物本身的遺傳質變化，備受外在環境－諸如氣象因子、土壤質地、病蟲害的發生等影響，因而各種動植物均有地區性與地域性等適應問題，這些問題都是農業科技發展的成果，遠勝於過去數千年來的累積，略舉重要數端，供諸參考：

(一)糧食作物如稻、麥、玉米…等等育成抗病蟲害、耐肥，豐產的品種，使產量增加2~3倍以上，創造了所謂「綠色革命」。

(二)有機合成農業的開發與利用，使作物因病蟲害、鼠害、雜草等的損失減少20%以上，相對的增加產量。

(三)人工育成雜交作物，牲畜禽，魚貝類，因雜種優勢使產量、品質與生長速度均大幅提高，並縮短生育期，使得一年多熟。

(四)病毒(Virus)在植物體內分布情形的瞭解，使得利用生長點、珠心胚等組織培養技術、得以大量繁殖優良的健康苗木。

(五)化學肥料的開發，大量生產與利用，使得農業生產成本大幅降低。

當今科技發展日進千里，今後農業科技發展，除一般基礎研究不可廢偏外，在應用技術，太陽能生產設備，自動化、機械化設施、機器人……等等之應用開發，其研究領域既寬且廣。爲加强農業科技之研究發展與落實研究成果之推廣應用，亟待調整農業試驗研究之方向，整合農業試驗研究與農業推廣系統，以開創廿一世紀台灣農業之新境界。

貳、當前台灣農業問題

廣義的農業涵蓋農林漁牧之產製儲運銷事業，現代化的農業經營，不僅是一種生產事業，也是一種生活方式，更兼是一種生態保育的功能。因此，農業科學與政治、經濟、社會及文化等各層面更是息息相關，政府自62年起推動加强農村建設一系列方案，20年來，已有顯著的成果；然而在經濟國際化、自由化的衝擊下，當前農業正面臨轉型期的挑戰，衍生若干亟待克服解決的問題。

一、試驗研究資源利用尙待發揮

依據農林廳最新統計資料，我國79年度農業研究計畫共2，455項；參與人力達2，414人，其中中研院2.2%省屬單位45.5%，大專農學院校34.9%，公營事業及財團法人16%，其他0.7%；以學歷劃分博士21.9%，碩士30.3%，學士25.1%，專科13.1%，其他9.6%。研究總經費新台幣31億3，101萬元，其中用於基礎研究10.4%，應用研究77.5%，技術發展12.1%。上述資料顯示，政府對於農業科技研究所投資的人力、物力，所費不貲，惟各級研究單位間，層級重複，職掌不清，資源分散，讓人有疊床架屋之感，亟待政府決策單位，拿出智慧與魄力，重新規劃調整研究單位組織，人員調派與資源的有效利用。

二、農產品售價不穩定，農民所得偏低。

農業生產常因生產過剩或氣候影響，而造成血本無歸，農產品售價長期不穩定，進而影響農民所得偏低，在各業所得中，農民所得仍是排在最低的一倍，79年農家每戶及每人所得，僅有非農家所得的64%及68.7%，台灣的農家絕大部分爲兼業農，只有12%爲專業農，農家所得實際上有三分之二來自非農業所得。近年來人工工資急速上漲，農產品價格並未隨著提高，反因貿易自由化進口的影響而下降，對農民所得更造成不利的影響，如何提高農民所得，除有賴農業部門的努力外，尙待其他相關部門的配合，方期有功。

三、耕地面積太小，人地比例過高。

台灣農業問題，本質上受人地比例過高影響，目前農業產值僅占生產淨值的5%弱，但是農業就業人口仍有106萬人，約佔總就業人口的12%，而是平均每戶農家之耕地面積僅有0.77公頃，人地比例相較於歐美先進國家，高出甚多，使得經營規模不易擴大，經營效率無法提升。因此，在農產品市場的競爭上，即處於先天不利之地位。有一非常矛盾的現象，既然人地比例過高，農業就業人口占12%，農村勞力應該充足而有餘，其實不然，農忙期的農村勞力去卻嚴重不足；究其原因，農業就業人口

所佔比例雖高，但因農村青年外移，農業就業人口大多老年化、婦女化，目前農村勞力都在45歲以上，絕大部分在50歲以上，而且耕地面積太小，使得農機利用率不高，影響投資，亦造成勞力不足的原因之一。未來農業發展，必須就個別地區之自然環境，以及社價經濟發展情況，採適地適作之原則，予以整體性、綜合性的規劃，以有效的利用農地，並在農地農用的原則下，適度調整農地管制，鼓勵農業投資，以提升農業發展及保護農地資源。

四、產運銷難以有效的調適。

農業生產受自然氣候條件的支配，本來就有季節性的問題，產量與產期控制不易，近年來，由於貿易自由化，進口農產品增加，最近我國申請加入關稅及貿易總協定(GATT)一旦通過，許多農業保護措施，都將被迫拆除，市場開放的壓力必然增加，我國是巨額貿易逆差的國家，農業產值又僅占4~5%，農業將是雪上加霜，首當其衝，未來農業產運銷的調適問題，政府自應主動採取有效的因應措施，予以輔導、彌補與救助，使農家收益獲得合理的保障，此爲當前農政單位最重要、最迫切的課題。

五、生產環境惡質化

農業生產要素陽光、空氣、水及土壤等天然環境，由於工商業發達，造成了環境污染，包括水污染、空氣污染、與土壤污染，無一不對農業造成重大的傷害，污染所造成的社會成本，無以數計。另外，營業本身對環境亦造成污染，諸如畜牧業的排泄物，養殖漁業的地層下陷，作物栽培農藥與肥料不當使用，森林砍伐破壞生態保育及水土資源、坡地農業的土壤沖蝕…等等，無不在破壞我們的生存環境，深值吾人重視，我們的地球只有一個，環保工作需由政府大力輔導，以確保我們的生活環境與糧食的生產。污染屬於人禍，而農業的天然災害亦不可忽視，每年因天災的損失總是在數億甚或數拾億元之間，因此，政府應重視農業氣象的研究工作，加速籌辦農作物保險制度以分散農業風險之負擔。

六、消費需求多元化，農產品類亟待調整。

隨著國民所得的提高，主副食的消費彈性之不同，對於農產品類之需求結構迅速的在改變之中。米、麵等傳統性主食消費量大減，而蛋白質食物的需求則在逐漸的增加；今後魚類及豆類之消費將呈緩慢的增加，肉類、乳品、蔬菜、水果等之消費則將持續而穩定的上升。糧食消費結構的改變，已使傳統的農業生產無法滿足國內的消費需要，部分食物須仰賴進口予以補充。由於消費結構改變所造成的衝擊，將引發農業生產結構及農地利用的調整。因爲市場需求變化快，而農業生產調整緩慢，導致產銷脫節的現象。如稻米生產過剩；雜糧與部分水果雖生產不足，須自國外大量進口，但國內生產成本高，進口產品仍較便宜，以致影響農民栽培的信心。因此，如何滿足消費者的需求，又可避免農民的損失，實爲兩難，亟待農政單位發揮智慧予以解決。

七、種原不足，影響作物育種的績效。

生物種原實際上就是大自然的基因庫，不論將來遺傳工程與生物技術如何發展，人類仍然無法憑空創造基因，基因的獲取，必須尋自自然界，但是在人類無止境的開發與破壞自然環境下，野生動植物正急速的毀滅，種原基因亦隨著快速的消失。過去農作物育種，以追求高產量高品質爲目標，使得同一作物不同品種的遺傳背景漸趨於一致，一旦環境突然遽變或發生某種新的病虫害，將使此一產業全軍覆沒，爲避免這種風險的發生與原存優良的基因，種原的蒐集與保存，成爲當務之急。

八、農業資金短缺，急需低利農貸。

依據七十九年台閩地區農業普查速報，農戶最需要政府支援或配合之措施，首推「擴大辦理農業低利貸款」，農業經營資金短缺，其來有自，前已提報，台灣每戶耕地面積平均僅有0、77公頃，擴大農場經營規模，乃當務之急，而目前耕地價格，每分地動輒數十至數百萬元，以農家收入不及非農家收入的三分之二(64%)，根本無能力購地擴大經營規

模，其至連最基本的機械化投資都不可能。因此，提供農業長期低利貸款，應列爲政府對振興農業的最重要措施之一。

參、未來農業研究的新方向

爲因應經濟自由化、國際化的衝擊，現階段的臺灣農業，不應再追求高產，而以提高產品品質及農民所得爲目標；未來的農業生產，除品質外，應選擇以市場爲導向，附加價值高，環境成本低，具有開發潛力的產業爲主力。農作物的栽培，應兼顧自然生態保育，資源保護，運用生物科技，配合自然法則，減少或避免使用不能再生的能源，建立永續性農業生產系統。爲滿足消費者的需求，亦可應用人工環境、作物特殊生理，配合生物技術之開發，研發新農產品，以拓展市場。爲解決農村嚴重勞力不足問題，農業自動化、機械化以取代人工，降低生產成本，增加市場競爭能力，提高農民所得。謹將未來農業研究的新方向列述如次：

一、永續性農業之發展

臺灣的農業生產，由於長期使用化學肥料、農藥以及工業廢水等之污染，造成土壤理化性質的劣質化，直接影響農業生產至鉅，農藥殘毒，重金屬污染，微量元素的不均衡等等問題層出不窮，爲使農業能夠持續依照自然法則進行，返璞歸眞，研究永續農業並有效的推展，成爲今後最重要的努力方向。

永續農業之內涵，並非單指施用有機肥料，其範圍包括土壤中生物相之平衡，儘量不用農藥的病蟲害防治技術，不使用殺草劑的除草法，推行間作綠肥的輪作制度，有機肥料的使用，農產品品質管制，運銷及環保等等問題；因此，永續農業的推行，需有農藝、園藝、農化，畜牧、病蟲害，農機、農經與農推人員的共同參與，才能達到最大成效。其預期效果有：(一)減少環境污染，有助於生態平衡。(二)降低生產成本及能量消耗。(三)增加土壤有機質改善土壤理化及生物性。(四)利用綠肥固氮作物，增加氮素源，減少化學肥料施用。(五)減少土壤沖蝕，以利水土保持。(六)減少病蟲抗藥性，利用生物相剋原理，達成病蟲害生物防治及雜草控制等等，使我們的農業能夠永遠的繼續生產，以無環境污染及地力透支的農業，使農業生產對環境的衝擊降到最少，而達永續生產的目的。

爲達成永續性農業之經營境界，今後研究方向，將配合下列措施：(一)保育耕犁(Conservative tillage)(二)作物輪作(Crop rotation)(三)土壤速測及施肥體系(soil testing and fertilizer application system)(四)資訊系統之應用(computerized records and application)(五)品種改良(varietal improvement)(六)病蟲害綜合管理(Integrated pest management)(七)最大經濟產能(Maxium economic yield)(八)教育與溝通(Education and communication)等，以達成永續營業的目標。

二、生物技術之開發

生物學家於1953年發現生物遺傳基本構造之後，分子生物學，生物化學等相繼崛起，使得生物學研究進入了一個嶄新的紀元。所謂「生物技術」即爲此期所發展的新科技。廣義的生物技術，是利用生物程序(Biological process)亦即經由生物體細胞或組織，應用其特性與機能，直接或間接製造產品，以增進人類福祉的一種科學技術。其研究與發展涵蓋微生物學、免疫學、分子生物學、遺傳學、生物化學及化學工程等組合而成，是一門深具前瞻性之跨學門的科際綜合體。生物技術未來的發展，與農業、醫藥、能源、食品、生態環境等皆有密切的關係，影響至深且鉅。在農業上的功能包括保障糧食增產，提高農產品質，增進動植物對不良環境的適應性與病蟲害的抵抗力，充實生質能源等等，無所不及。

鑑於生物技術對人類福祉的貢獻，近代世界各先進國家諸如美、英、日、德等國，莫不全力以赴，冀能領先世界，掌握此一高經濟效益之技術，在廿一世紀成爲生物科技的先驅國；我國亦於民國71年訂頒「科技發展方案」明定生物技術爲國家八項重點科技之一，並由國科會負責推動。農業生物技術研究，進行工作包括(一)基因工程、(二)組織培養、

(三)細胞及原生質體培養、(四)植物保護技術之應用、(五)生物肥料、(六)農產品加工所需酵素之開發、(七)新的能源之開發等，將使農業進入一個嶄新的世紀。

三、農業生產自動化

為解決目前台灣農村勞動力老年化、婦女化的嚴重勞動力不足困境，政府自民國八十年開始推行多項綜合性的農漁牧產業自動化計畫，以改善現有的農業生產技術與環境結構；其中農業生產自動化包括農藥及肥料施用自動化、農產品收穫後處理自動化、種苗生產自動化、溫室栽培管理自動化、田間作業自動化、收穫自動化、農產廢棄物處理自動化等項目。

自動化工程是一門精密性的高技術學科，除涉及機械的基本層面外，尙需有農園藝、農化、病蟲害等方面之研究人密切的配合；有關自動化技術國外雖有相當基礎，但並非可全盤移入國內使用，而需考慮其本土實用化的研究，使其達到一貫性、合理性與實用性，方能落實生根，而為農民所樂於接受。

總之，農業自動化乃以解決農村勞力之不足、降低農業生產成本為前提，而達此農業現代化之終極目標。國外雖有許多現成設備，但因國情不一，各種農產品之消費型態，經濟型態，農村型態、耕地型態及氣候型態等均有所不同，因此，國內農業自動化技術之開發，乃為今後試驗研究之重點方向之一。

四、發展集約經營的所謂精緻農業

農業的經營型態可分為粗放式與集約式的不同經營型態，像美國地廣人稀，每一農戶耕作面積動輒數百公頃乃至數千公頃、大部分採用機械式的粗放或集約式的農業經營，其最大的目的，乃在於將土地及人力做最有效的利用，以達成最經濟的產能。配合自動化的農業經營、集約式的經營研究亦將為今後研究的重點方向，其範疇包括(一)適當產業的選擇，(二)生產環境的控制與調節，(三)栽培管理方法的改進，(四)衛生安全考慮，(五)對環境污染的衝擊等等均涵蓋在內；此一方面的成就，過去數年在政府大力倡導下，已提高了市場競爭力與農民所得，惟其技術發展空間仍大，有待吾人繼續研究與開發。

五、加强種原蒐集，建立完整資料，以供育種者之利用。

種原既然是作物改良與育種的基礎，而基因又無法憑空創造，因此，種原蒐集與資料建立是否完整、實實在在的關係著農業試驗研究的成果，今後除應加强國內外的種原蒐集之外，對已獲得種原的調查與評估工作，亦將全力以赴的進行，以建立完整的種原資料、供農作物育種家之參考與使用。

六、加强試驗成果效益評估、供施政及推廣之參考

農業試驗研究的目的，除具有時代背景與配合政府政策性的需要之外，最主要的仍為將研究成果推廣農民使用，造福社會。各試驗研究單位，每年都有大量的研究成果發表，但有些成果往往在發表後即束諸高閣，根本無法推廣農民使用，徒費政府財力、物力；今後對於試驗研究成果，均應進行效益評估工作，以供政府施政與推廣之參考，而達到眞正實用的目的。

七、重視非技術層面的研究，健全農村社會結構。

戰後的台灣農業目標是增產，因此所面臨的基本上是屬於技術性的問題，性質較為單純；但是今日台灣農業所面臨的則是政治性、社會性、經濟性，乃至文化性的問題，這些複雜的問題無法從技術的立場去解決。農業現代化是一項整體性、科際性的建設事業，至少包括農業科技、農業經濟、鄉村社會、農民政治、農村文化、農民組織，甚至農民運動等層面，構成一個有機的結合體，牽一髮而動全身，應由整體去考量，不可偏廢。從學術立場而言，除目前已有卓越成果的農業科技與農業經濟兩大領域外，下列與農業有關的研究，亦應加强，以深入瞭解農民，相信對於政策釐訂，將會有決定性的貢獻。(一)農民心理與態度的研究。(二)農民組織與農民政治的研究。(三)農業政策的評估研究。(四)農村

社會發展的研究。(五)鄉村文化重建研究等。

八、加强農業推廣師資教育，以重建產運銷制度。

農推人員就是農村教育的工作者，現代農業既是一門整體性、科際性的建設事業，而且農業知識與技能又不斷的推陳出新，這些農村教育工作者，若不隨時接受再教育，將被時代的潮流所淹沒，因此，加强農業推廣師資教育實刻不容緩。

肆、因應研究需要，人力應適度調整

目前臺灣各農業試驗改良場所業務，似有分工過細與重複現象，爲避免人力、財力的浪費，在許多新單位成立的同時，對舊有單位宜酌予檢討，適當的裁併，重新整編，統籌運作，以改善各場所間互不相屬，各行其是的缺失，現有研究人員，則可經由在職訓練、賦予新的任務，使其成爲新研究方向的試驗人力。

一、依據農業年報資料，目前臺灣園藝作物栽培面積佔整個農作物的三分之一，而其總產值超過二分之一，隨著消費型態的改變，傳統吃飽的糧食作物的消費量逐漸減少。蔬菜、水果等園藝作物的重要性直趨水稻等糧食作物，甚至有超過者；因此，農藝與園藝作物的研究人員，應該隨著產業的需要而酌予調整，爲因應此一趨勢，便利人員調配，建議打破過去以作物別設置的農藝系、園藝系建制調整爲作物育種系，作物生產技術系，以靈活運用現有的人力。

二、微生物對於農業生產的影響日趨重要，病毒微生物所引起的各種作物毒素病，往往造成整個產業的危機(如木瓜毒素病)。土壤固氮菌(如豆科植物根瘤菌)、溶磷細菌等可固定空中游離態氮，分解土壤中被固定的磷素，以供作物吸收利用；食用菌類的培養，生產各種可口的菇類產品；不論是病毒，有益微生物或食用菌……等之研究工作，過去在整個農業研究所佔的比例較小，此方面的研究人才亦少，今後應加强人才的培育，並可向外羅致，積極參與此方面的研究，必要時可於研究機構中成立專責系室，加强應用微生物之研究。

三、農業自動化工程人才的培育，需具備工業與農業不同領域的基本知識，不但要有機械工程知識，且善於使用電腦，電子控制機具之應用，還須對植物生理、生態環境及作物栽培管理習性有深入的瞭解與知能，始克有成。因此，應就現有農機人才施以在職訓練，並由教育研究單位積極培育此方面人才，方足以因應農業自動化政策之推動。

四、生物技術包括組織培養、遺傳工程，是1950年代分子生物學崛起後所發展的尖端生物科技，研究人員需具有微生物學、免疫學、分子生物學、遺傳學、生物化學、化學工程等方面的知識，是一門跨學門的科技綜合體，在此領域我國尙處起步階段，今後農業研究，生物技術勢必站在極重要的位置，人才的培育刻不容緩，亦可考慮設置專責單位，進行此一方面的研究。

伍、結語

今日的農業在社會多元化、功利化與貿易國際化、自由化的多重衝擊下，面臨前所未有的困境，或謂臺灣農業總產值，僅佔國民生產毛額的4~5%，因此，政府不必再大量投資促其發展，農民亦不應再仰賴政府的補貼，應該自立自强。其實，農業是國家建設的基礎，國民生活之所寄，農業在先天上與工商業之競爭，自有其不利之條件，即使是工業先進國家，依然兼顧農業的發展，不敢輕言放棄。隨著國家建設六年計畫的實施，我們將堅守農業試驗研究的工作崗位，全力尋求有效的對策，俾能解決困難，突破瓶頸，以追求生產、生活與生態三方面的均衡發展，加速臺灣農業的升級，使其轉變爲高品質、高效率與集約化、企業化的產業，以迎接二十一世紀農業新境界的來臨。